

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-189281

(43)Date of publication of application : 22.07.1997

(51)Int.Cl.

F02P 5/152  
F02P 5/153

(21)Application number : 08-000657

(71)Applicant : UNISIA JECS CORP

(22)Date of filing : 08.01.1996

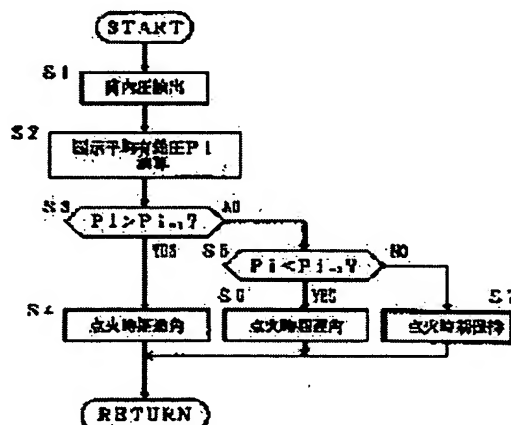
(72)Inventor : MACHIDA KENICHI  
SHIMIZU HIROKAZU

## (54) IGNITION TIMING CONTROLLER FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To control with ease and excellent accuracy ignition timing in which a maximum torque is obtained.

SOLUTION: An indicated mean effective pressure  $P_i$  is calculated (S2) on the basis of a detected value of cylinder inner pressure (S10). While ignition timing is corrected to be advanced (S4) when the indicated mean effective pressure  $P_i$  is increasingly changed (S3), ignition timing is corrected to lag (S6) when the indicated mean effective pressure  $P_i$  is decreasingly changed (S5), and ignition timing is retained (S7) at a stage that the indicated mean effective pressure  $P_i$  has approached a maximum value.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

12.11.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3331107

[Date of registration] 19.07.2002

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] A cylinder internal pressure detection means to detect an engine's cylinder internal pressure, and an indicated-mean-effective-pressure calculation means to compute the value which is equivalent to an indicated mean effective pressure based on the cylinder internal pressure detected with this cylinder internal pressure detection means, So that the indicated mean effective pressure computed with this indicated-mean-effective-pressure calculation means may serve as maximum The electronic spark timing controller of the internal combustion engine characterized by being constituted including the ignition timing amendment means which carries out the lag and tooth-lead-angle amendment of the ignition timing, and the ignition timing control means which controls the ignition timing by the ignition plug based on the ignition timing amended with this ignition timing amendment means.

[Claim 2] A cylinder internal pressure detection means to detect an engine's cylinder internal pressure, and a combustion rate operation means to calculate an engine's combustion rate based on the cylinder internal pressure detected with this cylinder internal pressure detection means, So that the period equivalent to the predetermined range of the combustion rate calculated with this combustion rate operation means may serve as the shortest The electronic spark timing controller of the internal combustion engine characterized by being constituted including the ignition timing amendment means which carries out the lag and tooth-lead-angle amendment of the ignition timing, and the ignition timing control means which controls the ignition timing by the ignition plug based on the ignition timing amended with this ignition timing amendment means.

[Claim 3] A cylinder internal pressure detection means to detect an engine's cylinder internal pressure, and a combustion rate operation means to calculate an engine's combustion rate based on the cylinder internal pressure detected with this cylinder internal pressure detection means, So that the combustion rate calculated with said combustion rate operation means in the predetermined crank angle location detected with a crank angle location detection means to detect a predetermined crank angle location, and this crank angle location detection means may serve as desired value The electronic spark timing controller of the internal combustion engine characterized by being constituted including the ignition timing amendment means which carries out the lag and tooth-lead-angle amendment of the ignition timing, and the ignition timing control means which controls the ignition timing by the ignition plug based on the ignition timing amended with this ignition timing amendment means.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the technique controlled at the ignition timing (Minimum advance for Best Torque:MBT) when an output and effectiveness serve as best in detail about an internal combustion engine's electronic spark timing controller.

[0002]

[Description of the Prior Art] An engine's cylinder internal pressure  $P$  is detected conventionally, and this cylinder internal pressure  $P$  is  $\text{Max } P_{\text{max}}$ . The ignition control technique of obtaining said MBT (referring to drawing 11) is known for carrying out the lag and tooth-lead-angle amendment of the ignition timing so that becoming crank angle location  $\theta_{\text{tapmax}}$  (refer to drawing 10) may become the crank angle location set up beforehand.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, it was difficult to have made the MBT control from which it is necessary to sample cylinder internal pressure for every minute crank angle in order to detect the crank angle location where cylinder internal pressure serves as maximum with a sufficient precision, cylinder internal pressure is made to sample for every minute include angle in practice since the crank angle sensor which can detect a minute include angle in connection with this, and enough short A/D converters of sampling timing are needed, and a required precision is acquired perform.

[0004] Although the sampling period of cylinder internal pressure makes coarse and the configuration which presumes the crank-angle location where the interpolation operation of the change of cylinder internal pressure is carried out, and cylinder internal pressure serves as maximum from the result of this interpolation operation then a highly precise crank-angle sensor, and the A/D converter of a RF will be needed here from the cylinder internal-pressure detection value in two or more crank-angle locations, there was a problem that where of required sufficient precision is not acquired, in presumption by the above-mentioned interpolation operation.

[0005] This invention is made in view of the above-mentioned trouble, and it aims at offering the electronic spark timing controller which can perform highly precise MBT control by the simple configuration.

[0006]

[Means for Solving the Problem] Therefore, invention according to claim 1 is constituted as shown in drawing 1. In drawing 1, an indicated-mean-effective-pressure calculation means computes the value which is equivalent to an indicated mean effective pressure based on an engine's cylinder internal pressure detected with a cylinder internal pressure detection means. And an ignition timing amendment means carries out the lag and tooth-lead-angle amendment of the ignition timing so that the indicated mean effective pressure computed with an indicated-mean-effective-pressure calculation means may serve as maximum.

[0007] An ignition timing control means controls the ignition timing by the ignition plug based on the ignition timing amended with the ignition timing amendment means. If it carries out amendment control of the ignition timing so that an indicated mean effective pressure may serve as maximum, it will mean that according to this configuration it was controlled at the ignition timing when the maximum torque is obtained since an indicated mean effective pressure was a value proportional to

power torque.

[0008] On the other hand, invention according to claim 2 is constituted as shown in drawing 2. In drawing 2, a combustion rate operation means calculates an engine's combustion rate based on an engine's cylinder internal pressure detected with a cylinder internal pressure detection means. And an ignition timing amendment means carries out the lag and tooth-lead-angle amendment of the ignition timing so that the period equivalent to the predetermined range of the combustion rate calculated with a combustion rate operation means may serve as the shortest.

[0009] An ignition timing control means controls the ignition timing by the ignition plug based on the ignition timing amended with the ignition timing amendment means. According to this configuration, since ignition timing is amended so that the period (a crank angle, time amount) equivalent to the predetermined range of a combustion rate may serve as the shortest, it will be controlled at the ignition timing when ignition timing will be amended at so that a big heat rate as a result may break out intensively, with the greatest torque is acquired.

[0010] In addition, as for a combustion rate, it is desirable to make the time of a heat rate falling even to 0 into 100 %, to ask for the generating rate in each crank angle timing to total of the amount of heat release, and to consider as the range whose combustion percentage is 10% - 90%, for example as said predetermined range. Moreover, invention according to claim 3 is constituted as shown in drawing 3.

[0011] In drawing 3, a combustion rate operation means calculates an engine's combustion rate based on an engine's cylinder internal pressure detected with a cylinder internal pressure detection means. On the other hand, an ignition timing amendment means carries out the lag and tooth-lead-angle amendment of the ignition timing so that the combustion rate calculated with said combustion rate operation means in the predetermined crank angle location detected with a crank angle location detection means may serve as desired value.

[0012] An ignition timing control means controls the ignition timing by the ignition plug based on the ignition timing amended with the ignition timing amendment means. If according to this configuration ignition timing is amended so that the combustion rate in a predetermined crank angle location may become desired value, it will be controlled at the ignition timing when heat release can be centralized for a short period of time at, with the greatest torque is acquired like invention according to claim 2.

[0013]

[Embodiment of the Invention] The gestalt of operation of this invention is explained below. In drawing 4 which shows a system configuration, air is inhaled by the internal combustion engine 1 through an air cleaner 2, an air intake duct 3, and an inlet manifold 4. The throttle valve 5 of the butterfly type interlocked with the accelerator pedal which is not illustrated is infixed in said air intake duct 3, and an engine's inhalation air content is adjusted by this throttle valve 5.

[0014] Moreover, the electromagnetic fuel injection valve 6 is formed according to each gas column, and the gaseous mixture of a target air-fuel ratio is formed in each branch section of said inlet manifold 4 of the electronics control of fuel quantity by which injection supply is carried out from this fuel injection valve 6. The gaseous mixture attracted through the inlet valve 7 in the cylinder carries out ignition combustion by jump spark ignition by the ignition plug 8 prepared for every gas column, and combustion exhaust air is discharged through an exhaust valve 9, and is led to the catalyst and muffler which are not illustrated by the exhaust manifold 10.

[0015] The fuel oil consumption by said fuel injection valve 6 and the control unit 11 which controls the ignition timing of an ignition plug 8 are constituted including a microcomputer, and Signal TVO, the crank angle signal from the crank angle sensor 14, the circulating-water-temperature signal Tw from a coolant temperature sensor 15, the cylinder internal pressure signal P from the cylinder internal pressure sensor 16, etc. are inputted whenever [ from the inhalation air content signal Q and the throttle sensor 13 from the heat ray type air flow meter 12 / throttle valve-opening ].

[0016] Said heat ray type air flow meter 12 detects an engine's 1 inhalation air content directly as a mass flow rate based on the resistance change by the inhalation air content of temperature-sensitive resistance. Said throttle sensor 13 detects the opening TVO of a throttle valve 5 by the potentiometer. Said crank angle sensor 14 (crank angle location detection means) outputs the unit include-angle signal for every unit crank angle, and the criteria include-angle signal for every predetermined piston

location, respectively. The engine rotational speed  $N_e$  is computable by measuring the occurrences within the predetermined time of said unit include-angle signal, or the generating period of said criteria include-angle signal here.

[0017] Said coolant temperature sensor 15 is detected as temperature which represents engine temperature for the circulating water temperature  $T_w$  in an engine's 1 water jacket. Said cylinder internal pressure sensor 16 (cylinder internal pressure detection means) is a sensor which consists of a piezoelectric device of the shape of a ring with which it is equipped as a washer of the ignition plug 8 which is indicated by JP,63-17432,U, and detects cylinder internal pressure as phase counter pressure to the bolting load of an ignition plug. In addition, said cylinder internal pressure sensor 16 may be a thing of a type which is made to face [ a direct combustion chamber ] the sensor section besides the type with which it is equipped as a washer of an ignition plug 8 as mentioned above, and detects cylinder internal pressure as absolute pressure.

[0018] Said control unit 11 determines a fundamental-points fire stage (fundamental-points fire tooth-lead-angle value) based on engine service conditions, such as an engine load and engine rotational speed, and controls the ignition timing by the ignition plug 8. Moreover, control of the injection quantity of said fuel injection valve 6 by the control unit 11 is performed by [ as being the following ].

[0019] Based on the inhalation air content  $Q$  detected with said heat ray type air flow meter 12, and the engine rotational speed  $N_e$  computed from the detecting signal from the crank angle sensor 14, the basic fuel oil consumption  $T_p (=K \times Q / N_e; K$  is a constant) corresponding to a target air-fuel ratio is computed, amendment according to service conditions, such as a circulating water temperature  $T_w$ , is performed to this basic fuel oil consumption  $T_p$ , and the final fuel oil consumption  $T_i$  is calculated. And the driving pulse signal of the pulse width equivalent to said fuel oil consumption  $T_i$  is outputted to said fuel injection valve 6 to predetermined timing. Injection supply of the fuel of the amount which the fuel adjusted to the predetermined pressure by the pressure regulator which is not illustrated is supplied, and is proportional to the pulse width of said driving pulse signal is carried out, and the gaseous mixture of a target air-fuel ratio is made to form in a fuel injection valve 6.

[0020] Furthermore, as said control unit 11 is later mentioned based on the detecting signal from said cylinder internal pressure sensor 16, tooth-lead-angle amendment is carried out, final ignition timing is set up, and it controls a lag and the ignition timing by the ignition plug 8 for said fundamental-points fire stage based on this ignition timing. The 1st example of this ignition timing amendment control is explained according to the flow chart of drawing 5. In addition, as shown in the flow chart of said drawing 5 R> 5, the control unit 11 is equipped with the function as an indicated-mean-effective-pressure calculation means, an ignition timing amendment means, and an ignition timing control means by software.

[0021] It sets to the flow chart of drawing 5, and is step 1 (referred to as S1 all over drawing.) first. The cylinder internal pressure  $P$  detected by the cylinder internal pressure sensor 16 in it being the same as that of the following is read. At step 2, an indicated mean effective pressure  $P_i$  is computed based on the detection value of said cylinder internal pressure  $P$ . Said indicated mean effective pressure  $P_i$  is [0022], when cylinder capacity shall be set to  $V_s$ , it shall set cylinder capacity to  $V$  and the cylinder internal pressure  $P$  shall be sampled for 1 degree of every crank angles.

[Equation 1]

$$P_i = \frac{1}{V_s} \Sigma P \Delta V$$

$$= \frac{1}{V_s} \left\{ \frac{P_0 + P_1}{2} (V_1 - V_0) + \frac{P_1 + P_2}{2} (V_2 - V_1) + \right.$$

$$\left. \dots + \frac{P_{719} + P_{720}}{2} (V_{720} - V_{719}) \right\}$$

[0023] It is computed by carrying out. However, it is good also as a configuration which, for example, makes the integral value of cylinder internal pressure and the average of cylinder internal pressure in predetermined crank angle range, such as compression top dead center TDC-ATDC120 \*\*, compute as a value equivalent to an indicated mean effective pressure. At step 3, when the

indicated mean effective pressure  $P_i$  calculated at step 2 this time is compared with indicated-mean-effective-pressure  $P_{i-1}$  which were calculated before [ a cycle of ] one and the indicated mean effective pressure  $P_i$  is large rather than 1 cycle front, it progresses to step 4 and only a predetermined include angle carries out tooth-lead-angle amendment of the ignition timing (correction value of a fundamental-points fire stage).

[0024] Therefore, while the indicated mean effective pressure  $P_i$  is carrying out increase change, the tooth lead angle of the ignition timing will be carried out gradually. On the other hand, at step 3, when increase change of an indicated mean effective pressure  $P_i$  is not distinguished, it progresses to step 5 and distinguishes whether the indicated mean effective pressure  $P_i$  calculated at step 2 this time is smaller than indicated-mean-effective-pressure  $P_{i-1}$  calculated before [ a cycle of ] one.

[0025] And when reduction change of an indicated mean effective pressure  $P_i$  is distinguished, it progresses to step 6 and only a predetermined include angle carries out lag amendment of the ignition timing. On the other hand, when reduction change of an indicated mean effective pressure  $P_i$  is not distinguished at step 5, the indicated mean effective pressure  $P_i$  will carry out abbreviation regularity, in this case, it progresses to step 7 and a value is held last time as ignition timing (tooth-lead-angle correction value).

[0026] That is, when an indicated mean effective pressure  $P_i$  changes to reduction change, what passes over the ignition timing when an indicated mean effective pressure  $P_i$  serves as maximum, and carried out the tooth lead angle too much is presumed, lag amendment of the ignition timing is carried out, and it is made to return at the ignition timing when an indicated mean effective pressure  $P_i$  serves as maximum again, although it carries out the tooth lead angle of the ignition timing gradually in being in the inclination for an indicated mean effective pressure  $P_i$  to increase with tooth-lead-angle amendment.

[0027] According to this configuration, since ignition timing is corrected based on change of the indicated mean effective pressure  $P_i$  computed based on two or more sampling values of this cylinder internal pressure  $P$  even if it is the case that the sampling period of the cylinder internal pressure  $P$  is comparatively long, it is controllable at the ignition timing when the maximum torque is obtained with high precision. Next, the 2nd example of ignition timing amendment control is explained according to the flow chart of drawing 6. In addition, as shown in the flow chart of said drawing 6, the control unit 11 is equipped with the function as a combustion rate operation means, an ignition timing amendment means, and an ignition timing control means by software.

[0028] In the flow chart of drawing 6, the cylinder internal pressure  $P$  detected by the cylinder internal pressure sensor 16 is read at step 11. At step 12, a heat rate  $q_i$  (kcal/deg) is computed according to a bottom type based on the detection value of said cylinder internal pressure  $P$ .

[0029]

[Equation 2]

$$q_i = \frac{A}{k-1} \left\{ V_j \frac{dP}{d\theta} + k P_j \frac{dV}{d\theta} \right\}$$

[0030] Here, for  $A$ , the Joule's equivalent and  $k$  are [ cylinder internal pressure and  $V_j$  of the ratio of specific heat and  $P_j$  ] cylinder capacity. At step 13, a combustion rate is computed based on the calculation result of said heat rate  $q_i$ . Said combustion rate makes the point that the heat rate was set to 0 combustion rate 100 %, and is called for as a generating rate in each crank angle timing to the total amount of heat release (refer to drawing 7).

[0031] In addition, instead of making a combustion rate compute based on the result of an operation of a heat rate  $q_i$ , as shown in drawing 8, it is also possible to presume the combustion rate in the crank angle timing concerned from the cylinder internal pressure  $P$  in three or more points which contain crank angle timing to ask for a combustion rate at least. It is  $\theta_{MB} 10-90$  whenever [ crank angle / which is equivalent to the predetermined range of a combustion rate (for example, 10 - 90%) at step 14 ]. It asks.

[0032] At step 15, it is  $\theta_{MB} 10-90-1$  whenever [ in front of 1 cycle / said crank angle ]. Newest value  $\theta_{MB} 10-90$  It distinguishes whether it is small. And it is  $\theta_{MB} 10-90$  whenever [ crank angle ]. When it is decreasing, it progresses to step 16 and only a predetermined include angle carries out tooth-lead-angle amendment of the ignition timing. On the other hand, it is  $\theta_{MB} 10-90$

whenever [ crank angle ] at step 15. When it is distinguished that there is nothing to a downward tendency, it progresses to step 17 and is thetaMB 10-90-1 whenever [ in front of 1 cycle / said crank angle ]. Newest value thetaMB 10-90 It distinguishes whether it is large.

[0033] Here, it is thetaMB 10-90 whenever [ crank angle ]. When increase change is distinguished, it progresses to step 18 and only a predetermined include angle carries out lag amendment of the ignition timing. Moreover, it is thetaMB 10-90 whenever [ crank angle ] at step 17. It is thetaMB 10-90 whenever [ crank angle / when there was nothing in an increase inclination and it is distinguished ]. When abbreviation regularity is being carried out, it progresses to step 19 and the last ignition timing (tooth-lead-angle correction value) is held.

[0034] That is, it is thetaMB 10-90 whenever [ said crank angle ]. A required precision is securable even if it lengthens the sampling period of the cylinder internal pressure P comparatively compared with the case where ignition timing is controlled based on the peak generating stage of the cylinder internal pressure P, since it controls by carrying out feedback amendment of the ignition timing at the ignition timing when the maximum torque is obtained to make it the shortest and ignition timing is controlled also in this case based on change of the cylinder internal pressure P between 1 cycles.

[0035] Next, the 3rd example of ignition timing amendment control is explained according to the flow chart of drawing 9 R> 9. In addition, as shown in the flow chart of said drawing 9, the control unit 11 is equipped with the function as a combustion rate operation means, an ignition timing amendment means, and an ignition timing control means by software. In the flow chart of drawing 9 R> 9, the cylinder internal pressure P detected by the cylinder internal pressure sensor 16 is read at step 21.

[0036] At step 22, the presumed operation of the combustion rate in predetermined crank angle timing is carried out based on the cylinder internal pressure of three containing said predetermined crank angle timing (R> drawing 8 8 reference). At step 23, it distinguishes whether the combustion rate in said predetermined crank angle timing is over desired value.

[0037] And when it is not over desired value, it progresses to step 24 and the change direction of the combustion rate in said predetermined crank angle timing is distinguished. Here, when the combustion rate is carrying out increase change, it progresses to step 25 and only a predetermined include angle carries out tooth-lead-angle amendment of the ignition timing, conversely, when the combustion rate is carrying out reduction change, it progresses to step 26 and only a predetermined include angle carries out lag amendment of the ignition timing.

[0038] It is made to, increase the combustion rate in said predetermined crank angle timing if possible by the tooth lead angle and lag amendment of this ignition timing, and when it is distinguished that the combustion rate exceeded the target at step 23, it progresses to step 27 and the ignition timing (tooth-lead-angle correction value) to last time is made to hold. As mentioned above, since ignition timing can be controlled only using the cylinder internal pressure in the crank angle timing of three points, ignition timing can be controlled simple.

[0039]

[Effect of the Invention] As explained above, according to invention according to claim 1, it is effective in being controllable by carrying out amendment control of the ignition timing so that an indicated mean effective pressure may serve as maximum with a simple and sufficient precision at the ignition timing when the maximum torque is obtained. being according to claim 2 -- invention -- depending -- if -- combustion -- a rate -- predetermined -- the range -- corresponding -- a period -- the shortest -- becoming -- as -- ignition timing -- amending -- things -- max -- torque -- obtaining -- having -- ignition timing -- simple -- and -- precision -- good -- being controllable -- \*\* -- saying -- effectiveness -- it is .

[0040] being according to claim 3 -- invention -- depending -- if -- predetermined -- a crank angle -- a location -- it can set -- combustion -- a rate -- desired value -- becoming -- as -- ignition timing -- amending -- things -- max -- torque -- obtaining -- having -- ignition timing -- simple -- and -- precision -- good -- being controllable -- \*\* -- saying -- effectiveness -- it is .

---

[Translation done.]



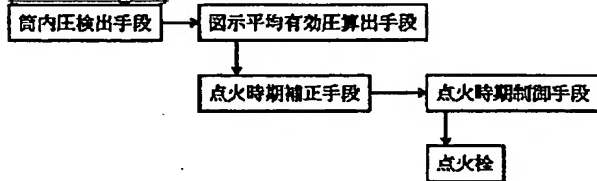
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

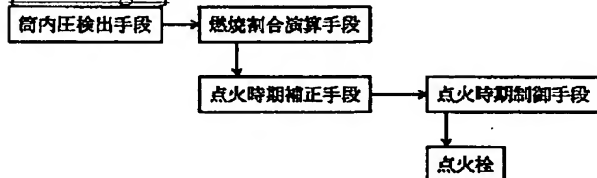
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

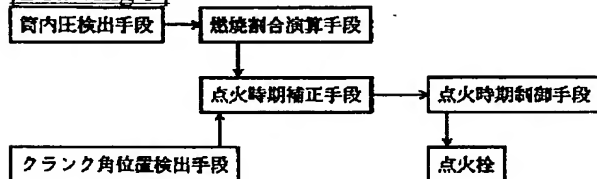
[Drawing 1]



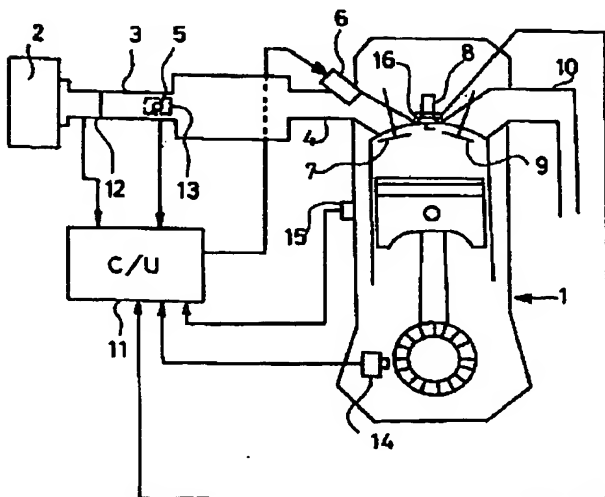
[Drawing 2]



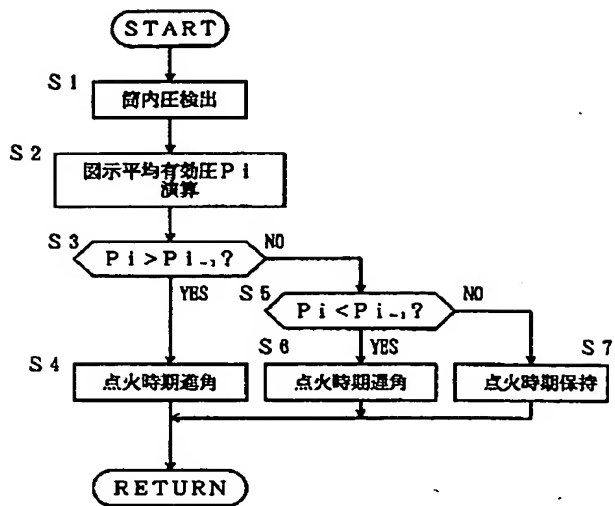
[Drawing 3]



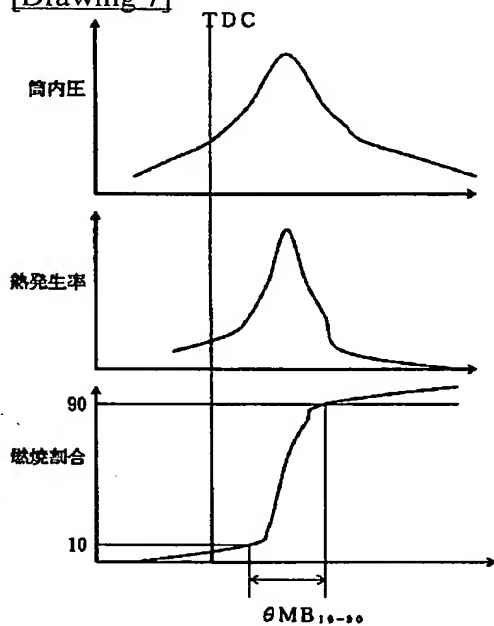
[Drawing 4]



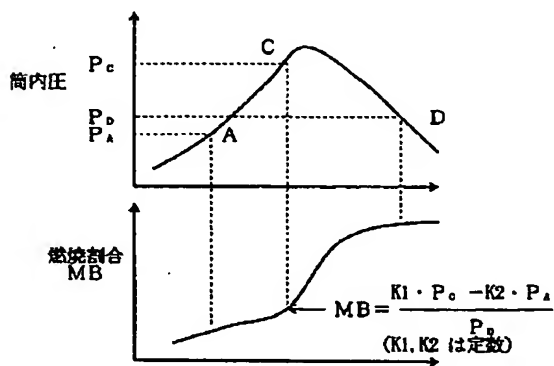
[Drawing 5]



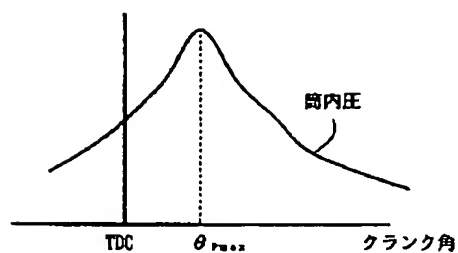
[Drawing 7]



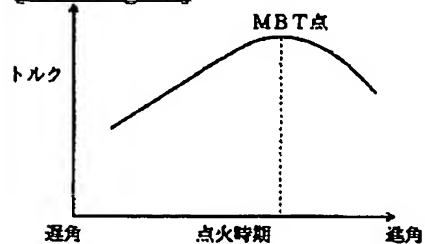
[Drawing 8]



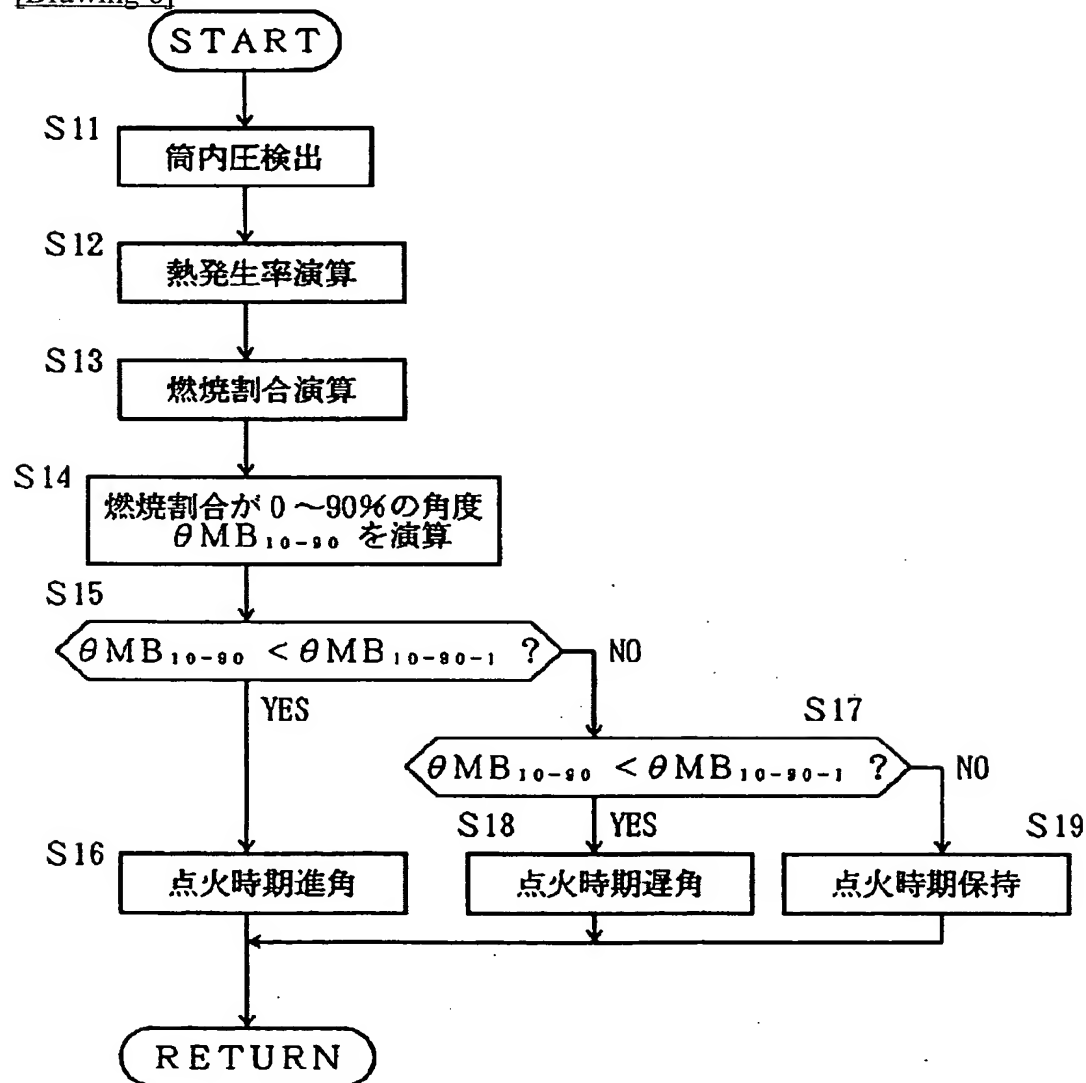
[Drawing 10]



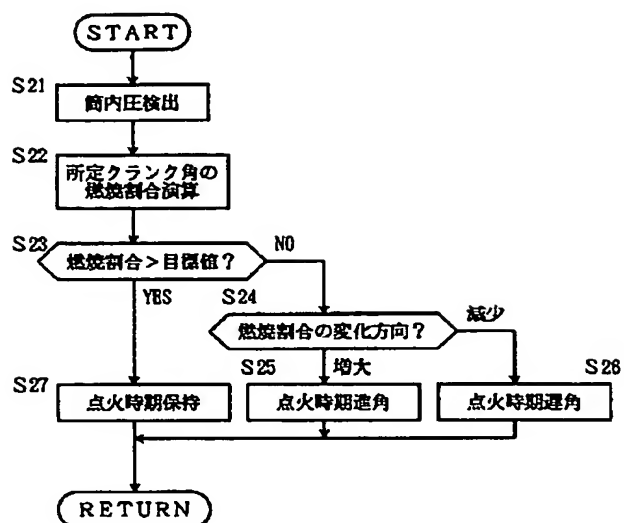
[Drawing 11]



[Drawing 6]



[Drawing 9]



[Translation done.]

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-189281

(43)Date of publication of application : 22.07.1997

(51)Int.Cl.

F02P 5/152  
F02P 5/153

(21)Application number : 08-000657

(71)Applicant : UNISIA JECS CORP

(22)Date of filing : 08.01.1996

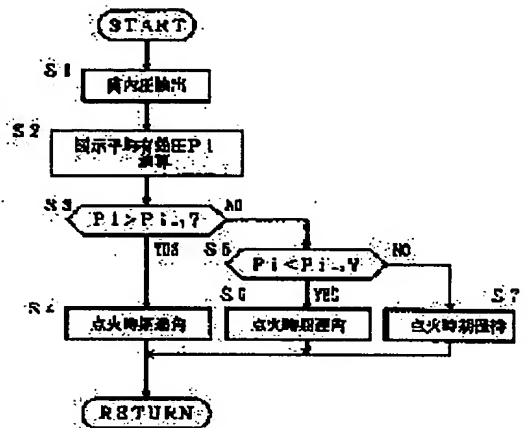
(72)Inventor : MACHIDA KENICHI  
SHIMIZU HIROKAZU

## (54) IGNITION TIMING CONTROLLER FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To control with ease and excellent accuracy ignition timing in which a maximum torque is obtained.

SOLUTION: An indicated mean effective pressure  $P_i$  is calculated (S2) on the basis of a detected value of cylinder inner pressure (S10). While ignition timing is corrected to be advanced (S4) when the indicated mean effective pressure  $P_i$  is increasingly changed (S3), ignition timing is corrected to lag (S6) when the indicated mean effective pressure  $P_i$  is decreasingly changed (S5), and ignition timing is retained (S7) at a stage that the indicated mean effective pressure  $P_i$  has approached a maximum value.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

12.11.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3331107

[Date of registration]

19.07.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-189281

(43) 公開日 平成9年(1997)7月22日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 2 P 5/152 5/153			F 0 2 P 5/15	D

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平8-657

(22) 出願日 平成8年(1996)1月8日

(71) 出願人 000167406

株式会社ユニシアジェックス  
神奈川県厚木市恩名1370番地

(72) 発明者 町田 憲一

神奈川県厚木市恩名1370番地 株式会社ユ  
ニシアジェックス内

(72) 発明者 清水 博和

神奈川県厚木市恩名1370番地 株式会社ユ  
ニシアジェックス内

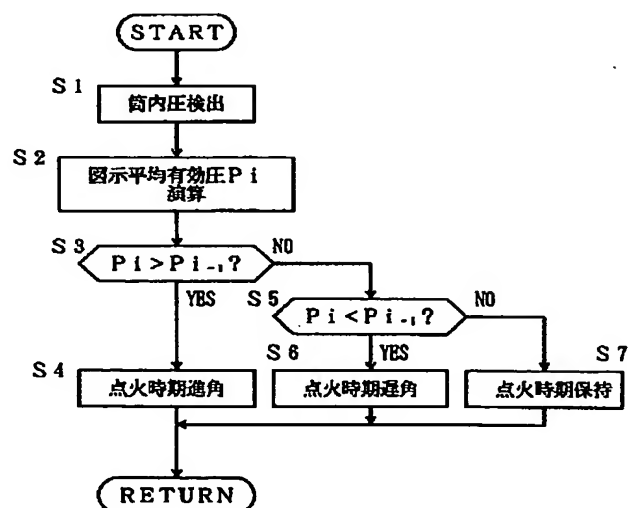
(74) 代理人 弁理士 笹島 富二雄

(54) 【発明の名称】 内燃機関の点火時期制御装置

(57) 【要約】

【課題】最大トルクが得られる点火時期に、簡便かつ精度良く制御する。

【解決手段】筒内圧の検出値 (S1) に基づいて図示平均有効圧  $P_i$  を演算する (S2)。そして、該図示平均有効圧  $P_i$  が増大変化しているときには (S3)、点火時期を進角補正する一方 (S4)、図示平均有効圧  $P_i$  が減少変化しているときには (S5)、点火時期を遅角補正し (S6)、図示平均有効圧  $P_i$  が最大値付近になった段階で点火時期を保持させる (S7)。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】機関の筒内圧を検出する筒内圧検出手段と、

該筒内圧検出手段で検出される筒内圧に基づいて図示平均有効圧に相当する値を算出する図示平均有効圧算出手段と、

該図示平均有効圧算出手段で算出される図示平均有効圧が最大値となるように、点火時期を遅角・進角補正する点火時期補正手段と、

該点火時期補正手段で補正された点火時期に基づいて点火栓による点火時期を制御する点火時期制御手段と、  
を含んで構成されることを特徴とする内燃機関の点火時期制御装置。

【請求項2】機関の筒内圧を検出する筒内圧検出手段と、

該筒内圧検出手段で検出される筒内圧に基づいて機関の燃焼割合を演算する燃焼割合演算手段と、

該燃焼割合演算手段で演算される燃焼割合の所定範囲に相当する期間が最短となるように、点火時期を遅角・進角補正する点火時期補正手段と、

該点火時期補正手段で補正された点火時期に基づいて点火栓による点火時期を制御する点火時期制御手段と、  
を含んで構成されたことを特徴とする内燃機関の点火時期制御装置。

【請求項3】機関の筒内圧を検出する筒内圧検出手段と、

該筒内圧検出手段で検出される筒内圧に基づいて機関の燃焼割合を演算する燃焼割合演算手段と、

所定のクランク角位置を検出するクランク角位置検出手段と、

該クランク角位置検出手段で検出される所定のクランク角位置において前記燃焼割合演算手段で演算される燃焼割合が目標値となるように、点火時期を遅角・進角補正する点火時期補正手段と、

該点火時期補正手段で補正された点火時期に基づいて点火栓による点火時期を制御する点火時期制御手段と、  
を含んで構成されたことを特徴とする内燃機関の点火時期制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は内燃機関の点火時期制御装置に関し、詳しくは、出力、効率が最良となる点火時期（Minimum advance for Best Torque : MBT）に制御する技術に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、機関の筒内圧 $P$ を検出し、この筒内圧 $P$ が最大 $P_{\max}$ となるクランク角位置 $\theta_{P_{\max}}$ （図10参照）が、予め設定されたクランク角位置になるように、点火時期を遅角・進角補正することで、前記MBT（図11参照）を得る点火制御技術が知られている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、筒内圧が最大値となるクランク角位置を精度良く検出するためには、微小クランク角毎に筒内圧をサンプリングする必要があり、これに伴って微小角度を検出できるクランク角センサや、サンプリングタイミングの充分の短いA/D変換器が必要になるため、実際上は筒内圧を微小角度毎にサンプリングさせて必要な精度が得られるMBT制御を行わせることは困難であった。

【0004】ここで、筒内圧のサンプリング間隔を粗くして、複数のクランク角位置での筒内圧検出値から、筒内圧の変化を補間演算し、かかる補間演算の結果から筒内圧が最大値となっているクランク角位置を推定する構成とすれば、高精度なクランク角センサや高周波のA/D変換器を必要としないことになるが、上記の補間演算による推定では、必要十分な精度が得られないという問題があった。

【0005】本発明は上記問題点に鑑みなされたものであり、簡便な構成によって高精度なMBT制御が行える点火時期制御装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】そのため請求項1記載の発明は、図1に示すように構成される。図1において、図示平均有効圧算出手段は、筒内圧検出手段で検出される機関の筒内圧に基づいて図示平均有効圧に相当する値を算出する。そして、点火時期補正手段は、図示平均有効圧算出手段で算出される図示平均有効圧が最大値となるように、点火時期を遅角・進角補正する。

【0007】点火時期制御手段は、点火時期補正手段で補正された点火時期に基づいて点火栓による点火時期を制御する。かかる構成によると、図示平均有効圧は機関の出力トルクに比例する値であるから、図示平均有効圧が最大値となるように点火時期を補正制御すれば、最大トルクが得られる点火時期に制御されたことになる。

【0008】一方、請求項2記載の発明は、図2に示すように構成される。図2において、燃焼割合演算手段は、筒内圧検出手段で検出される機関の筒内圧に基づいて機関の燃焼割合を演算する。そして、点火時期補正手段は、燃焼割合演算手段で演算される燃焼割合の所定範囲に相当する期間が最短となるように、点火時期を遅角・進角補正する。

【0009】点火時期制御手段は、点火時期補正手段で補正された点火時期に基づいて点火栓による点火時期を制御する。かかる構成によると、燃焼割合の所定範囲に相当する期間（クランク角、時間）が最短となるように点火時期が補正されるから、結果的に大きな熱発生率が集中的に発生するように点火時期が補正されることになり、以て、最大のトルクが得られる点火時期に制御されることになる。

【0010】尚、燃焼割合とは、例えば熱発生率が0に

まで低下した時点をも100%とし、熱発生量の総和に対する各クランク角タイミングでの発生割合を求めたものであり、前記所定範囲としては、例えば燃焼割合が10%～90%の範囲とすることが好ましい。また、請求項3記載の発明は、図3に示すように構成される。

【0011】図3において、燃焼割合演算手段は、筒内圧検出手段で検出される機関の筒内圧に基づいて機関の燃焼割合を演算する。一方、点火時期補正手段は、クランク角位置検出手段で検出される所定のクランク角位置において前記燃焼割合演算手段で演算される燃焼割合が目標値となるように、点火時期を遅角・進角補正する。

【0012】点火時期制御手段は、点火時期補正手段で補正された点火時期に基づいて点火栓による点火時期を制御する。かかる構成によると、所定のクランク角位置における燃焼割合が目標値になるように、点火時期を補正すれば、請求項2記載の発明と同様に、熱発生を短期間に集中させることができ、以て、最大のトルクが得られる点火時期に制御されることになる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施の形態を説明する。システム構成を示す図4において、内燃機関1には、エアクリーナ2、吸気ダクト3、吸気マニホールド4を介して空気が吸入される。前記吸気ダクト3には、図示しないアクセルペダルと連動するバタフライ式のスロットル弁5が介装されており、該スロットル弁5によって機関の吸入空気量が調整されるようになっている。

【0014】また、前記吸気マニホールド4の各ブランチ部には、各気筒別に電磁式の燃料噴射弁6が設けられており、該燃料噴射弁6から噴射供給される燃料量の電子制御によって目標空燃比の混合気が形成される。シリンダ内に吸気弁7を介して吸引された混合気は、各気筒毎に設けられる点火栓8による火花点火によって着火燃焼し、燃焼排気は排気弁9を介して排出され、排気マニホールド10によって図示しない触媒、マフラーに導かれる。

【0015】前記燃料噴射弁6による燃料噴射量、点火栓8の点火時期を制御するコントロールユニット11は、マイクロコンピュータを含んで構成され、熱線式エアフローメータ12からの吸入空気量信号Q、スロットルセンサ13からのスロットル弁開度信号TVO、クランク角センサ14からのクランク角信号、水温センサ15からの冷却水温度信号Tw、筒内圧センサ16からの筒内圧信号P等が入力される。

【0016】前記熱線式エアフローメータ12は、感温抵抗の吸入空気量による抵抗変化に基づいて機関1の吸入空気量を質量流量として直接的に検出するものである。前記スロットルセンサ13は、スロットル弁5の開度TVOをポテンショメータによって検出するものである。前記クランク角センサ14（クランク角位置検出手段）は、単位クランク角毎の単位角度信号と、所定ピストン位置

毎の基準角度信号とをそれぞれ出力する。ここで、前記単位角度信号の所定時間内における発生数、又は、前記基準角度信号の発生周期を計測することで機関回転速度Neを算出可能である。

【0017】前記水温センサ15は、機関1のウォータージャケット内の冷却水温度Twを、機関温度を代表する温度として検出するものである。前記筒内圧センサ16（筒内圧検出手段）は、実開昭63-17432号公報に開示されるような点火栓8の座金として装着されるリング状の圧電素子からなるものであって、点火栓の締付け荷重に対する相対圧として筒内圧を検出するセンサである。尚、前記筒内圧センサ16は、上記のように点火栓8の座金として装着されるタイプの他、センサ部を直接燃焼室内に臨ませて筒内圧を絶対圧として検出するタイプのものであっても良い。

【0018】前記コントロールユニット11は、機関負荷や機関回転速度等の機関運転条件に基づいて基本点火時期（基本点火進角値）を決定し、点火栓8による点火時期を制御する。また、コントロールユニット11による前記燃料噴射弁6の噴射量の制御は以下のようにして行なわれる。

【0019】前記熱線式エアフローメータ12で検出された吸入空気量Qと、クランク角センサ14からの検出信号から算出した機関回転速度Neとに基づいて目標空燃比に対応する基本燃料噴射量Tp（ $=K \times Q / Ne$ ：Kは定数）を算出し、該基本燃料噴射量Tpに冷却水温度Twなどの運転条件に応じた補正を施して最終的な燃料噴射量Tiを求める。そして、前記燃料噴射量Tiに相当するパルス幅の駆動パルス信号を前記燃料噴射弁6に所定タイミングで出力する。燃料噴射弁6には、図示しないプレッシャレギュレータで所定圧力に調整された燃料が供給されるようになっており、前記駆動パルス信号のパルス幅に比例する量の燃料を噴射供給して、目標空燃比の混合気を形成させる。

【0020】更に、前記コントロールユニット11は、前記筒内圧センサ16からの検出信号に基づいて後述するようにして前記基本点火時期を遅角、進角補正して最終的な点火時期を設定し、該点火時期に基づいて点火栓8による点火時期を制御するようになっている。かかる点火時期補正制御の第1実施例を、図5のフローチャートに従って説明する。尚、図示平均有効圧算出手段、点火時期補正手段、点火時期制御手段としての機能は、前記図5のフローチャートに示すように、コントロールユニット11がソフトウェア的に備えている。

【0021】図5のフローチャートにおいて、まず、ステップ1（図中ではS1としてある。以下同様）では、筒内圧センサ16で検出された筒内圧Pを読み込む。ステップ2では、前記筒内圧Pの検出値に基づいて図示平均有効圧Piを算出する。前記図示平均有効圧Piは、行程容積をVs、シリンダ容積をVとし、クランク角1°



毎に筒内圧Pをサンプリングするものとする、  
【0022】

$$P_i = \frac{1}{V_s} \Sigma P \Delta V$$

$$= \frac{1}{V_s} \left\{ \frac{P_0 + P_1}{2} (V_1 - V_0) + \frac{P_1 + P_2}{2} (V_2 - V_1) + \dots + \frac{P_{110} + P_{111}}{2} (V_{110} - V_{111}) \right\}$$

【0023】として算出される。但し、例えば圧縮上死点TDC～ATDC120°等の所定クランク角範囲における筒内圧の積分値や筒内圧の平均値を図示平均有効圧に相当する値として算出させる構成としても良い。ステップ3では、今回ステップ2で演算された図示平均有効圧P<sub>i</sub>と、1サイクル前に演算された図示平均有効圧P<sub>i-1</sub>とを比較し、1サイクル前よりも図示平均有効圧P<sub>i</sub>が大きくなっている場合には、ステップ4へ進んで、点火時期（基本点火時期の補正值）を所定角度だけ進角補正する。

【0024】従って、図示平均有効圧P<sub>i</sub>が増大変化しているときには、点火時期が徐々に進角されることになる。一方、ステップ3で、図示平均有効圧P<sub>i</sub>の増大変化が判別されなかった場合には、ステップ5へ進み、今回ステップ2で演算された図示平均有効圧P<sub>i</sub>が、1サイクル前に演算された図示平均有効圧P<sub>i-1</sub>よりも小さいか否かを判別する。

【0025】そして、図示平均有効圧P<sub>i</sub>の減少変化が判別されたときには、ステップ6へ進み、点火時期を所定角度だけ遅角補正する。一方、ステップ5で図示平均有効圧P<sub>i</sub>の減少変化が判別されなかったときは、図示平均有効圧P<sub>i</sub>が略一定していることになり、この場合には、ステップ7へ進んで、点火時期（進角補正值）として前回値を保持する。

【0026】即ち、図示平均有効圧P<sub>i</sub>が進角補正に伴って増大する傾向にある場合には、点火時期を徐々に進角させるが、図示平均有効圧P<sub>i</sub>が減少変化に転じると、図示平均有効圧P<sub>i</sub>が最大値となる点火時期を過ぎて進角しすぎたものと推定し、点火時期を遅角補正して、再度図示平均有効圧P<sub>i</sub>が最大値となる点火時期に戻すようにする。

【0027】かかる構成によると、筒内圧Pのサンプリング周期が比較的長い場合であっても、かかる筒内圧Pの複数のサンプリング値に基づいて算出される図示平均有効圧P<sub>i</sub>の変化に基づいて点火時期を修正するから、高精度に最大トルクが得られる点火時期に制御できる。次に点火時期補正制御の第2実施例を、図6のフローチャートに従って説明する。尚、燃焼割合演算手段、点火時期補正手段、点火時期制御手段としての機能は、前記図6のフローチャートに示すように、コントロールユニット11がソフトウェア的に備えている。

【数1】

【0028】図6のフローチャートにおいて、ステップ11では、筒内圧センサ16で検出された筒内圧Pを読み込む。ステップ12では、前記筒内圧Pの検出値に基づいて熱発生率q<sub>i</sub> (kcal/deg)を、下式に従って算出する。

【0029】

【数2】

$$q_i = \frac{A}{k-1} \left\{ V_j \frac{dP}{d\theta} + k P_j \frac{dV}{d\theta} \right\}$$

【0030】ここで、Aは熱の仕事当量、kは比熱比、P<sub>j</sub>は筒内圧、V<sub>j</sub>はシリンダ容積である。ステップ13では、前記熱発生率q<sub>i</sub>の算出結果に基づいて、燃焼割合を算出する。前記燃焼割合は、熱発生率が例えば0になった点を燃焼割合100%とし、トータルの熱発生量に対する各クランク角タイミングでの発生割合として求められる（図7参照）。

【0031】尚、燃焼割合を、熱発生率q<sub>i</sub>の演算結果に基づいて算出させる代わりに、図8に示すように、燃焼割合を求めたいクランク角タイミングを少なくとも含む3点以上における筒内圧Pから、当該クランク角タイミングにおける燃焼割合を推定することも可能である。ステップ14では、燃焼割合の所定範囲（例えば10～90%）に相当するクランク角度θMB<sub>10-90</sub>を求める。

【0032】ステップ15では、1サイクル前の前記クランク角度θMB<sub>10-90-1</sub>より最新値θMB<sub>10-90</sub>が小さくなっているか否かを判別する。そして、クランク角度θMB<sub>10-90</sub>が減少傾向にある場合には、ステップ16へ進んで、点火時期を所定角度だけ進角補正する。一方、ステップ15で、クランク角度θMB<sub>10-90</sub>が減少傾向にないことが判別された場合には、ステップ17へ進み、1サイクル前の前記クランク角度θMB<sub>10-90-1</sub>より最新値θMB<sub>10-90</sub>が大きくなっているか否かを判別する。

【0033】ここで、クランク角度θMB<sub>10-90</sub>の増大変化が判別された場合には、ステップ18へ進み、点火時期を所定角度だけ遅角補正する。また、ステップ17でクランク角度θMB<sub>10-90</sub>の増大傾向にないと判別されたとき、即ち、クランク角度θMB<sub>10-90</sub>が略一定している場合には、ステップ19へ進んで前回の点火時期（進角補正值）を保持する。

【0034】即ち、前記クランク角度θMB<sub>10-90</sub>を最短にするように点火時期をフィードバック補正すること

で、最大トルクが得られる点火時期に制御するものであり、この場合も、1サイクル間での筒内圧Pの変化に基づいて点火時期を制御するから、筒内圧Pのピーク発生時期に基づいて点火時期を制御する場合に比べて、筒内圧Pのサンプリング周期を比較的長くしても、必要な精度が確保できる。

【0035】次に点火時期補正制御の第3実施例を、図9のフローチャートに従って説明する。尚、燃焼割合演算手段、点火時期補正手段、点火時期制御手段としての機能は、前記図9のフローチャートに示すように、コントロールユニット11がソフトウェア的に備えている。図9のフローチャートにおいて、ステップ21では、筒内圧センサ16で検出された筒内圧Pを読み込む。

【0036】ステップ22では、所定のクランク角タイミングにおける燃焼割合を、前記所定のクランク角タイミングを含む3点での筒内圧に基づいて推定演算する(図8参照)。ステップ23では、前記所定のクランク角タイミングにおける燃焼割合が目標値を越えているか否かを判別する。

【0037】そして、目標値を越えていない場合には、ステップ24へ進み、前記所定のクランク角タイミングにおける燃焼割合の変化方向を判別する。ここで、燃焼割合が増大変化している場合には、ステップ25へ進んで、点火時期を所定角度だけ進角補正し、逆に、燃焼割合が減少変化している場合には、ステップ26へ進んで、点火時期を所定角度だけ遅角補正する。

【0038】かかる点火時期の進角・遅角補正によって前記所定のクランク角タイミングにおける燃焼割合をなるべく増大させるようにし、ステップ23で燃焼割合が目標を越えたことが判別されると、ステップ27へ進んで、前回までの点火時期(進角補正值)を保持させる。上記のように、3点のクランク角タイミングにおける筒内圧のみを用いて点火時期を制御できることになるから、簡便に点火時期を制御できることになる。

【0039】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1記載の発明によると、図示平均有効圧が最大値となるように点火時期を補正制御することで、最大トルクが得られる点火時期に簡便かつ精度良く制御することができるという効果がある。請求項2記載の発明によると、燃焼割合の所

定範囲に相当する期間が最短となるように点火時期を補正することで、最大のトルクが得られる点火時期に簡便かつ精度良く制御することができるという効果がある。

【0040】請求項3記載の発明によると、所定のクランク角位置における燃焼割合が目標値になるように、点火時期を補正することで、最大のトルクが得られる点火時期に簡便かつ精度良く制御することができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】請求項1の発明にかかる装置の構成ブロック図。

【図2】請求項2の発明にかかる装置の構成ブロック図。

【図3】請求項3の発明にかかる装置の構成ブロック図。

【図4】実施の形態における機関のシステム構成図。

【図5】第1実施例の点火時期補正を示すフローチャート。

【図6】第2実施例の点火時期補正を示すフローチャート。

【図7】筒内圧、熱発生率、燃焼割合の相関を示す線図。

【図8】燃焼割合の推定制御を示す線図。

【図9】第3実施例の点火時期補正を示すフローチャート。

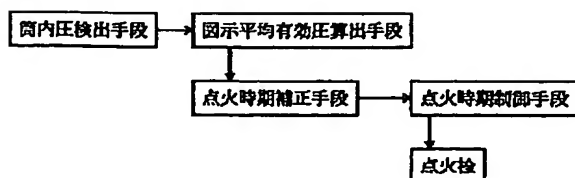
【図10】クランク角と筒内圧との相関を示す線図。

【図11】点火時期とトルクとの相関を示す線図。

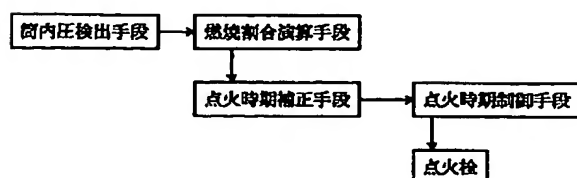
【符号の説明】

- 1 内燃機関
- 4 吸気マニホールド
- 5 スロットル弁
- 6 燃料噴射弁
- 8 点火栓
- 10 排気マニホールド
- 11 コントロールユニット
- 12 熱線式エアフローメータ
- 13 スロットルセンサ
- 14 クランク角センサ
- 15 水温センサ
- 16 筒内圧センサ

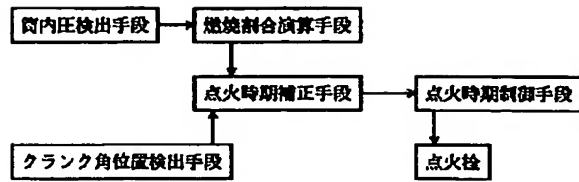
【図1】



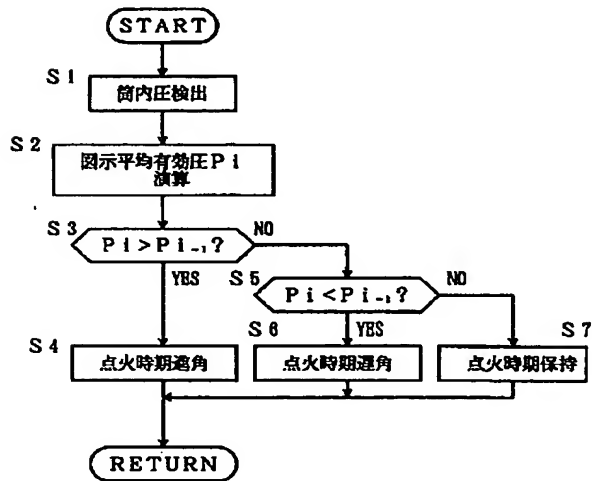
【図2】



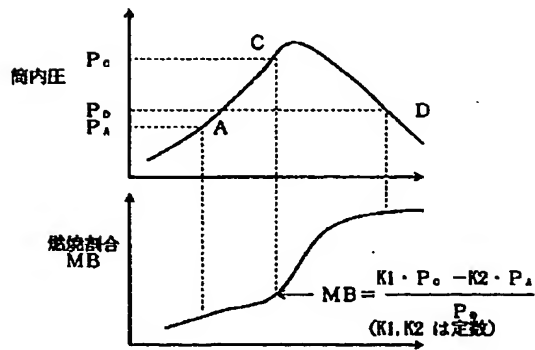
【図3】



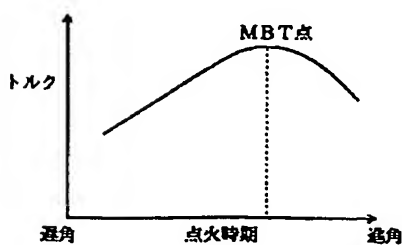
【図5】



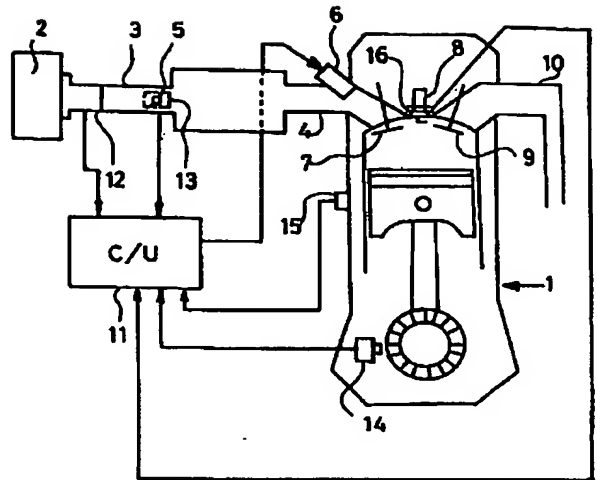
【図8】



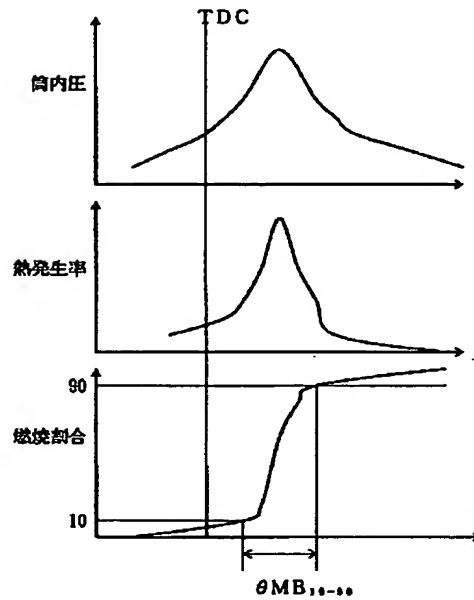
【図11】



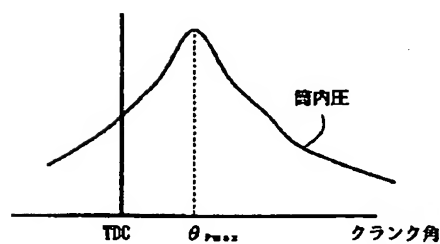
【図4】



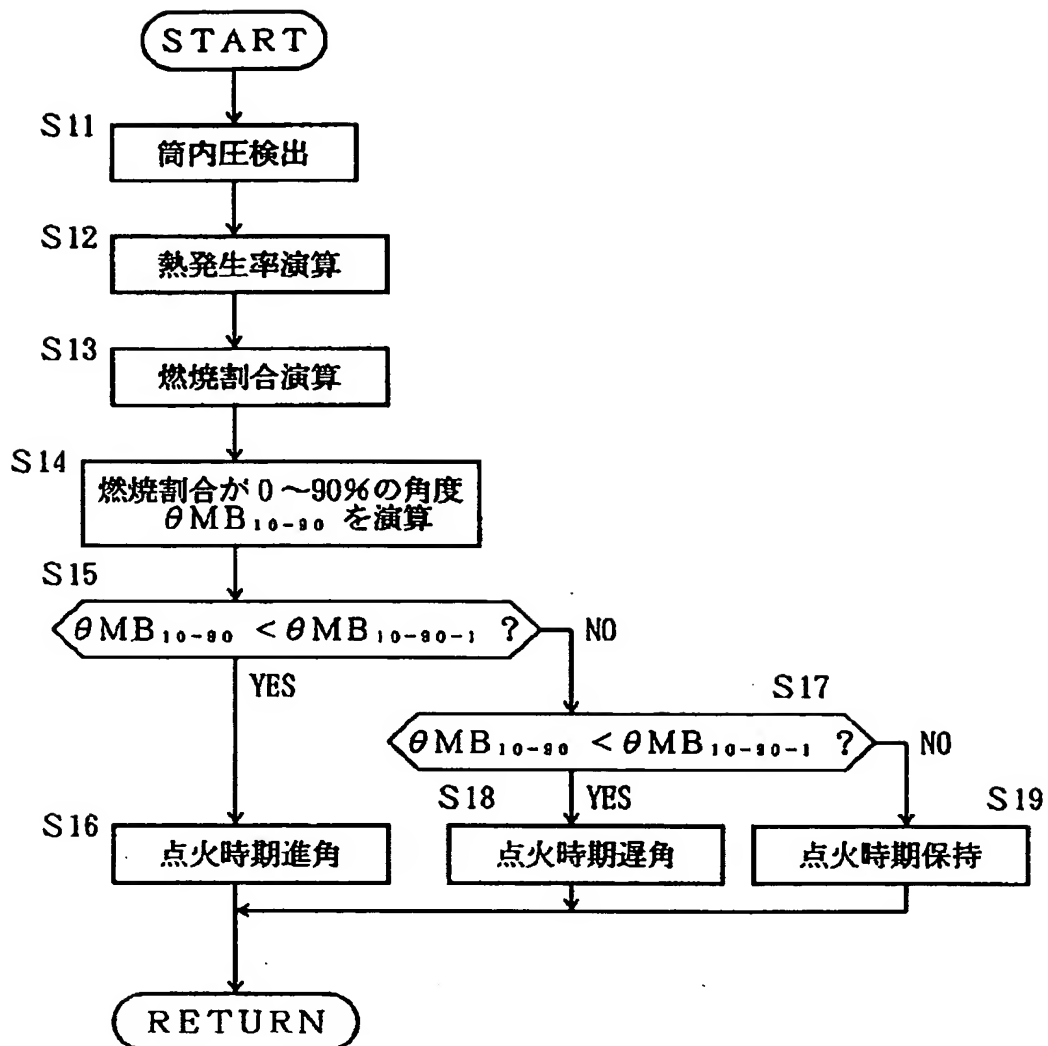
【図7】



【図10】



【図6】



【図9】

